한국동물분류학회지 제8권 제2호
The Korean Journal of Systematic Zoology
Vol. 8, No. 2: 189-200 (December 1, 1992)

韓國產 재래꿀벌의 電子計量形態學的 分類
V. 정준판별함수값을 이용한 群分析

權 容 正·許 銀 葉
(慶北大學校 農科大學 農生物學科)

Electron-Morphometric Classification of the Native Honeybees from Korea
Part V. Cluster Analysis by Canonical Function Score

Kwon, Yong Jung and Huh, Eun Yeop
(Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Republic of Korea)

ABSTRACT

In the present investigation, some cluster analyses were done for each population of the native honeybee workers (*Apis cerana*), which were selected for 15 different localities in spring and 16 in summer from Korea. In this analysis, the seasonal segregation was perfectly revealed by both Ward's and the average linkage between groups methods, whereas, it did not necessarily revealed any systematic relationship between geographical groups.

Key words: morphometrics, numerical taxonomy, multivariate analysis, cluster analysis, *Apis cerana*, Korea.

서 론

꿀벌류는 각기 고유하게 적응된 계통이 독특하게 진화되어서 그 지리적 계통이 매우 명확

본 연구는 1990-1992년도 한국과학재단 연구비지원(901-1503-040-2)에 의한 결과임.

히 구분되며, 서로 다른 환경에서 상이한 유전형을 나타내고 있다(Ruttner, 1978, 1988).

동부 아시아에 널리 분포하고 있는 재래꿀벌은 현재 그 주요 서식지역에 따라 *Apis cerana cerana* Fabr., *Apis cerana indica* Fabr., *Apis cerana philippina* Skor., *Apis cerana japonica* Rad. 등의 아종으로 분류되고 있다(Kwon and Huh, 1992a, b).

우리나라의 경우 토착종인 재래꿀벌에 대해 지금까지 전반적인 세부형태학적 조사는 물론, 국내분포 특성이나 동양종내의 그 분류학적 위치조차 전혀 파악되지 못한 상황이고, 다만 Ruttner(1988)에 의해 일본에 분포하고 있는 *Apis cerana japonica*와 가까운 'Group IV'계통의 일원으로 잠정 취급되고 있는 실정이다.

본 조사는 이 토착계통에 대한 생물학적 특성을 밝히기 위한 일환으로, 우세형태형질을 체계적으로 찾아내어 사양관리 및 순수보존을 위한 기틀을 마련코자 하며, 여기서는 그 기초적 단계로서 선발된 총 47개의 형태형질에 대한 군분석(cluster analysis)을 실시하여 주요 지역별, 계절별 등 기타요인에 의한 표현형적 정량형질의 고유성, 유사도 및 각 단위 group간 상호관련 경향을 비교코자 하였다.

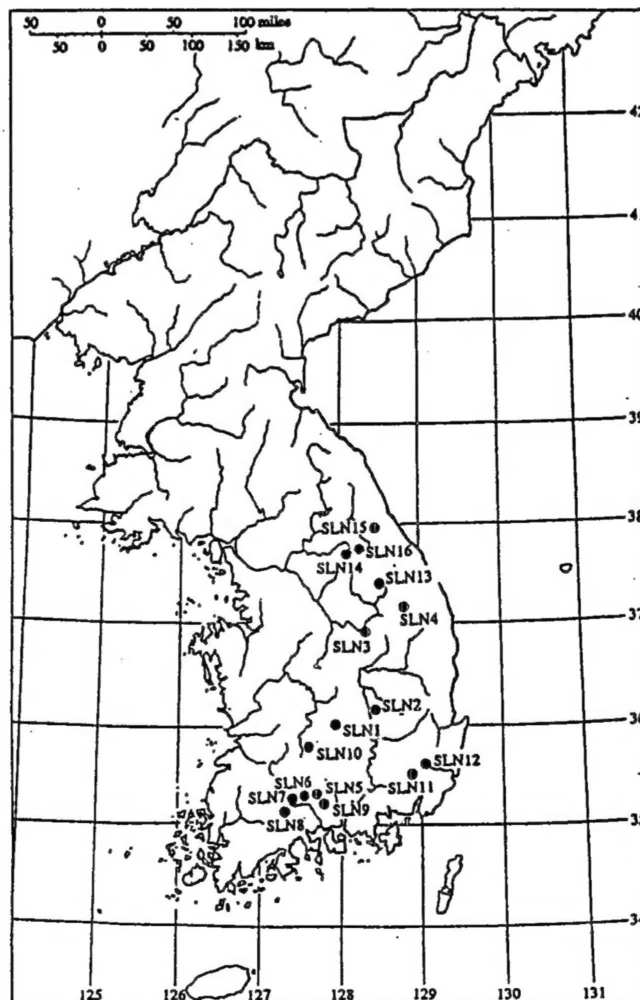


Fig. 1. Collected localities for the morphometric analysis of *Apis cerana* (for caption, see table 1).

Table 1. Data for specimens used in the morphometric analysis of *Apis cerana* [LON: locality No., SLN: sublocality No., PON: population No., SEN: season (No.1: spring, 2: summer), IND: number of individuals].

LON	SLN	PON	SEN	IND	DATA and LOCALITY	
1	1	1	1	20	Kayasan, 14,V,1990	Kuwŏnni, Kayamyŏn, Hapch'ŏn'gun, Kyŏngnam
		2	1	20	ditto	ditto
		3	1	20	ditto	ditto
2	2	4	1	20	P'algongsan, 15,V,1990	Kasandong, Kasanmyŏn, Ch'ilgokkun, Kyŏngbuk
		5	1	20	ditto	ditto
		6	1	20	ditto	ditto
		7	1	20	ditto	ditto
		8	1	20	ditto	ditto
		9	1	20	ditto	ditto
3	3	10	1	20	Sobaeksan, 16,V,1990	Paejŏmni, Sunhŭngmyŏn, Yŏngp'unggun, Kyŏngbuk
		11	1	20	ditto	ditto
		12	1	20	ditto	ditto
4	4	13	1	20	T'aebaeksan, 16,V,1990	Sododong, T'aebaekshi, Kangwŏn
		14	1	20	ditto	ditto
		15	1	20	ditto	ditto
5	5	16	1	20	Chirisan, 19,V,1990	Ch'usŏngdong, Mach'ŏnmyŏn, Hamyanggun, Kyŏngnam
		17	1	20	ditto	ditto
		18	1	20	ditto	ditto
	6	19	1	20	ditto	Samjŏngni, Mach'ŏnmyŏn, Hamyanggun, Kyŏngnam
		20	1	20	ditto	ditto
		21	1	20	ditto	ditto
	7	22	1	20	ditto	Simwŏnni, Sandongmyŏn, Namwŏn'gun, Chŏnbuk
		23	1	20	ditto	ditto
		24	1	20	ditto	ditto
	8	25	1	20	ditto	Naedongni, T'ojimyŏn, Kuryegun, Chŏnnam
		26	1	20	ditto	ditto
		27	1	20	ditto	ditto
	9	28	1	20	Chirisan, 20,V,1990	P'yŏngch'onni, Samjangmyŏn, Sanch'ŭnggun, Kyŏngnam
		29	1	20	ditto	ditto
		30	1	20	ditto	ditto
6	10	31	1	20	Tŏgyusan, 20,V,1990	Ch'angsŏnni, Puksangmyŏn, Kŏch'anggun, Kyŏngnam
		32	1	20	ditto	ditto
		33	1	20	ditto	ditto
7	11	34	1	20	Yŏngch'wisan, 23,V,1990	Chisanni, Habukmyŏn, Yangsan'gun, Kyŏngnam
		35	1	20	ditto	ditto
		36	1	20	ditto	ditto
8	12	37	1	20	Ulju, 23,V,1990	Sohori, Sangbukmyŏn, Uljugun, Kyŏngnam
		38	1	20	ditto	ditto
		39	1	20	ditto	ditto
9	13	40	1	20	Kariwangsan, 26,V,1990	Changjŏnni, Chinbumyŏn, P'yŏngch'anggun, Kangwŏn
		41	1	20	ditto	ditto
		42	1	20	ditto	ditto
10	14	43	1	20	Pangdaesan, 27,V,1990	Misanni, Sangnammyŏn, Injaegun, Kangwŏn
		43	1	20	ditto	ditto
		44	1	20	ditto	ditto
		45	1	20	ditto	ditto
11	15	46	1	20	Sŏraksan, 27,V,1990	Yongdaeri, Pukmyŏn, Injaegun, Kangwŏn
		47	1	20	ditto	ditto
		48	1	20	ditto	ditto
		49	1	20	ditto	ditto
1	1	50	2	20	Kayasan, 26,VII,1990	Kuwŏnni, Kayamyŏn, Hapch'ŏn'gun, Kyŏngnam
		51	2	20	ditto	ditto
2	2	52	2	20	P'algongsan, 30,VII,1990	Kasandong, Kasanmyŏn, Ch'ilgokkun, Kyŏngbuk
		53	2	20	ditto	ditto
		54	2	20	ditto	ditto
		55	2	20	ditto	ditto
		56	2	20	ditto	ditto
		57	2	20	ditto	ditto
3	3	58	2	20	Sobaeksan, 4,VIII,1990	Paejŏmni, Sunhŭngmyŏn, Yŏngp'unggun, Kyŏngbuk
		59	2	20	ditto	ditto
		60	2	20	ditto	ditto
4	4	61	2	20	T'aebaeksan, 4,VIII,1990	Sododong, T'aebaekshi, Kangwŏn
		62	2	20	ditto	ditto
		63	2	20	ditto	ditto
5	5	64	2	20	Chirisan, 24,VII,1990	Ch'usŏngdong, Mach'ŏnmyŏn, Hamyangkun, Kyŏngnam
		65	2	20	ditto	ditto
		66	2	20	ditto	ditto
	6	67	2	20	ditto	Samjŏngni, Mach'ŏnmyŏn, Hamyanggun, Kyŏngnam
		68	2	20	ditto	ditto
		69	2	20	ditto	ditto
	7	70	2	20	ditto	Simwŏnni, Sandongmyŏn, Namwon'gun, Chŏnbuk
		71	2	20	ditto	ditto
		72	2	20	ditto	ditto
	8	73	2	20	ditto	Naedongni, T'ojimyŏn, Kuryegun, Chŏnnam
		74	2	20	ditto	ditto
		75	2	20	ditto	ditto
	9	76	2	20	ditto	P'yŏngch'onni, Samjangmyŏn, Sanch'ŏnggun, Kyŏngnam
		77	2	20	ditto	ditto
		78	2	20	ditto	ditto
6	10	79	2	20	Tŏgyusan, 26,VII,1990	Ch'angsŏnni, Puksangmyŏn, Kŏch'anggun, Kyŏngnam
		80	2	20	ditto	ditto
		81	2	20	ditto	ditto
7	11	82	2	20	Yŏngch'wisan, 26,VII,1990	Chisanni, Habukmyŏn, Yangsan'gun, Kyŏngnam
		83	2	20	ditto	ditto
		84	2	20	ditto	ditto
8	12	85	2	20	Ulju, 26,VII,1990	Sohori, Sangbukmyŏn, Uljugun, Kyŏngnam
		86	2	20	ditto	ditto
		87	2	20	ditto	ditto
9	13	88	2	20	Kariwangsan, 5,VIII,1990	Changjŏnni, Chinbumyŏn, P'yŏngch'anggun, Kangwŏn
		89	2	20	ditto	ditto
		90	2	20	ditto	ditto
10	14	91	2	20	Pangdaesan, 5,VIII,1990	Misanni, Sangnamyŏn, Injaegun, Kangwŏn
		92	2	20	ditto	ditto
		93	2	20	ditto	ditto
11	15	94	2	20	Sŏraksan, 5,VIII,1990	Yongdaeri, Pukmyŏn, Injaegun, Kangwŏn
		95	2	20	ditto	ditto
12	16	96	2	20	Chŏmbongsan, 5,VIII,1990	Pukni, Kirinmyŏn, Injaegun, Kangwŏn
		97	2	20	ditto	ditto
		98	2	20	ditto	ditto

재료 및 방법

본 조사는 풍부한 표본 수집자료 bank화가 될 수 있도록 채집조사 기간(1990. 5-1991. 10) 중에 봄, 여름, 가을 등 계절별로 전국 주요 15-16개 지역에 분포하고 있는 토착계통의 봉군 중에서 일벌(worker)을 대상으로 각 채집지역마다 2-4蜂群에서 약 20-30여 개체씩 수집한 결과, 약 10,000여 개체를 확보 할 수 있었으며 (Fig 1), 현장조사를 통해 해당지역에서 장기간 사양되고있는 토착봉군임을 확인한 후 채집하였고, 타지역에서 인위적으로 도입된 봉군의 경우는 모두 배제하였다.

그 중에서 본 조사에 이용된 표본은 각 계절별, 지역별 및 개체군별로 하여 Group당 20개체의 일벌을 기준으로, 춘계 15, 하계 16개 지역에서 49개체군씩 모두 1960개체를 선발하였는데, 일벌의 추계 개체군이 월동하여 그 일부가 춘계 신생개체군과 중복되므로 계절적 차이의 존재 여부를 알기위해 여기서는 춘계 및 하계 양계절별로만 비교하였다(Table 1).

형질관찰을 위해 각 부속형질은 해부하여 ethyl alcohol(95-98%)에 5-6초간, KOH (10%)에서 5-7시간(65-70 ℃) 처리하였다. 해부된 형질(키틴질이 강하고 불투명한 형질들은 NaClO(4%)에 30-40분간 탈색)들은 다시 ethyl alcohol 제 1액(95-98%)과 제 2액(100%)에 각각 5-6 초간 담근 후, aceton 제 1, 2액(99.5%)에 차례로 5-6 초간 연속 처리하여 slide glass에 봉입하였다.

형태적 형질은 기초 전산통계를 통한 타당성 검정 후, Ruttner(1988)의 방법에 의한 형질과 새로 검토된 형질을 추가하여, 총 47개 형질을 본 조사에 사용했다(Table 2, Fig 2).

Table 2. Codes for characters used in the morphometric analysis of *Apis cerana*.

No.	Code	Character	No.	Code	Character
1	ASL	Antennal scape length	25	HWL	Hind wing length
2	FAL	Face length	26	HWW	Hind wing width
3	HEW	Head width	27	JLW	Jugal lobe width
4	DOA	Distance between ocellus & antennal socket	28	VLW	Vannal lobe width
5	PTL	Proboscis total length	29	TML	Transverse median vein length
6	PDL	Proboscis distal length	30	TCL	Transverse cubital vein length
7	FWA	Fore wing area	31	HWH	Hind wing hamuli
8	FWP	Fore wing perimeter	32	FFL	Fore leg femur length
9	FWL	Fore wing length	33	FTL	Fore leg tibia length
10	FWW	Fore wing width	34	MFL	Mid leg femur length
11	CCL	Costal cell length	35	MTL	Mid leg tibia length
12	SML	Submedian cell length	36	HFL	Hind leg femur length
13	SDL	Second discoidal cell length	37	HTL	Hind leg tibia length
14	FWX	Fore wing appendix	38	HML	Hind leg metatarsus length
15	MCL	Marginal cell length	39	HMW	Hind leg metatarsus width
16	SCL	Second cubital cell length	40	T3L	Tergite-3 length
17	SCW	Second cubital cell width	41	T4L	Tergite-4 length
18	CUA	Cubital vein distance a	42	S3L	Sternite-3 length
19	CUB	Cubital vein distance b	43	SWL	Sternite-3 wax plate length
20	CUC	Cubital vein distance c	44	SWW	Sternite-3 wax plate width
21	CUD	Cubital vein distance d	45	S6L	Sternite-6 length
22	TCW	Third cubital cell width	46	S6W	Sternite-6 width
23	HWA	Hind wing area	47	STL	Sting length
24	HWP	Hind wing perimeter			

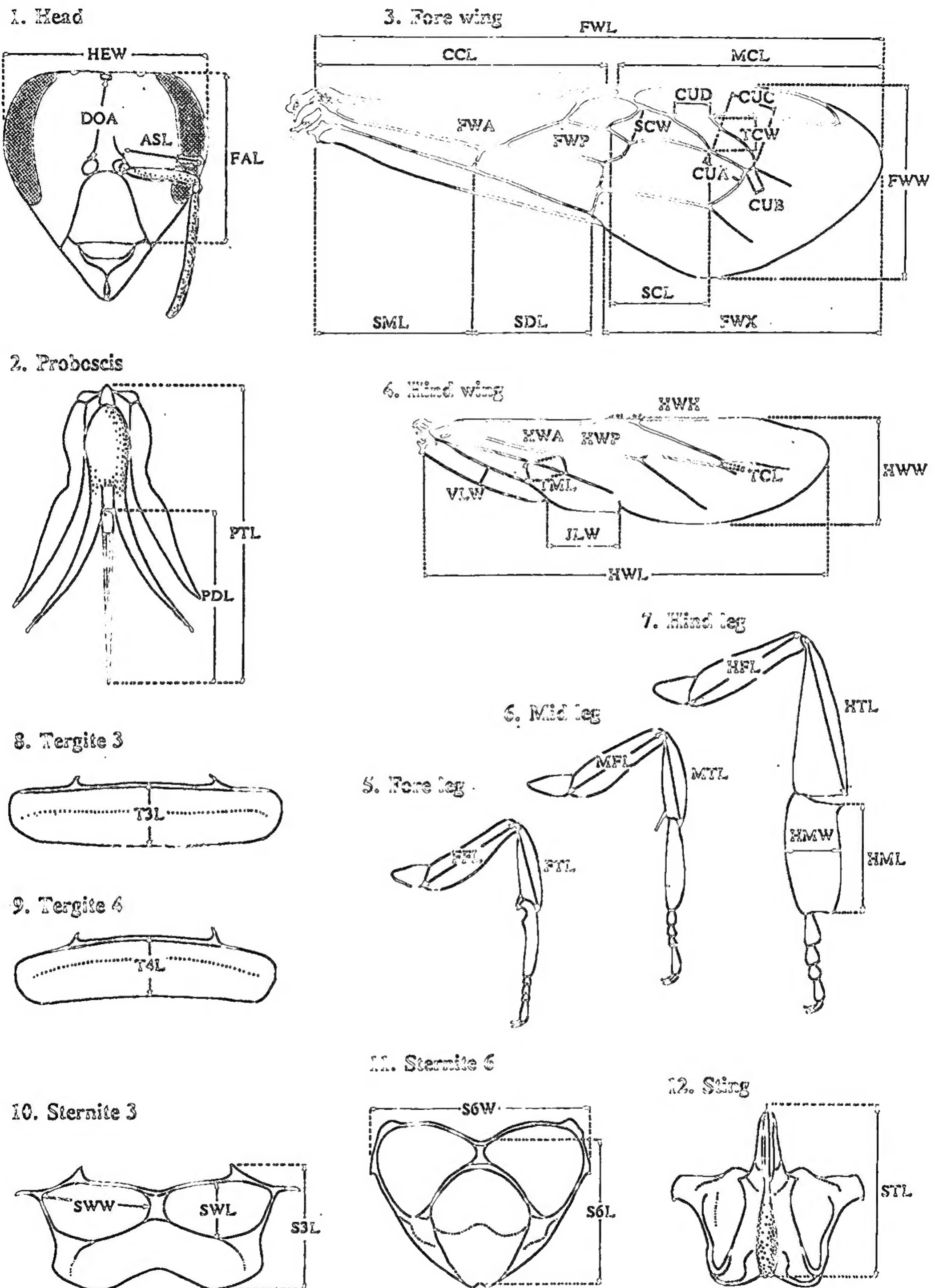


Fig. 2. Schematic drawings of the body parts of *Apis cerana* used in the morphometric analysis (character codes as in table 2).

선발된 모든 형질들은 광학현미경(Olympus BHA)과 실체현미경(Olympus SZH)이 장착된 digitizer(Summasketch plus)를 이용한 전자영상 미세측정장치를 micro computer (Expert 386-SX, coprocessor : Intel 80387)와 연결해 측정하였으며, 10μm(면적일 경우 10μm^2)까지 입력 처리되었다.

다변량분석은 SPSS/PC+(ver. 2.0)를 사용하였으며, 형질변량으로는 판별분석에 의한 정준판별함수값(Kwon and Huh, 1992b)으로 그 결과를 서로 비교하였다. 각 분류단위간의 유사성 또는 고유성을 계산하기 위해서 squared Euclidean distance비유사도 계수법에 의한 Ward결합법을 사용하였고, 또 유사도 유형(similarity pattern)의 비교보완을 위해 cosine 유사도 계수법에 의한 집단간 평균결합법을 동시에 이용하여, 이 두가지 방법에 의한 결과를 서로 비교코자 하였다(Table 3). 분석의 진행은 계절별 및 개체군별 등으로 구분하였으며, 간결성 유지를 위해 각 지역의 동소적 개체군 중에서 편의상 첫번째 개체군 하나씩만 택해서로 비교했다.

결과 및 고찰

I. 춘계 개체군

이 분석의 목적은 지리산 인근 5개 소지역을 따로 분리시켜서 전국 15개 조사지역의 춘계 개체군들에 대해 각 산지별 유사도, 고유성 및 상호관련 경향 등을 알아보고자 하였다.

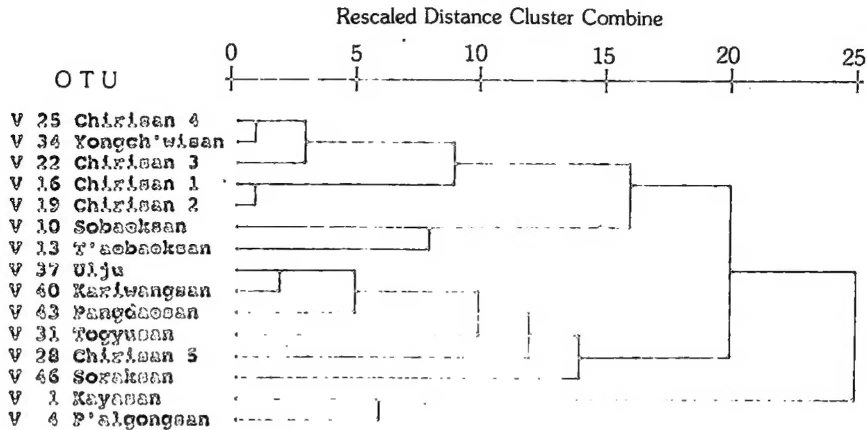
Ward결합법에서는 개체군들이 2개의 주군으로 크게 구분되어졌으며, 그 중에서 상단군은 다시 2개의 군으로 세분되었다. 여기서는 Group 25 (Chirisan 4)와 Group 34 (Yŏngch'wisan)가, 또 Group 16(Chirisan 1)과 Group 19(Chirisan 2)가 각각 가장 유사한 1차군으로 결합되었고, 그 다음이 Group 37(Ulju)과 Group 40(Kariwangsan)의 결합이었다. 그런데 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서는 Group 28(Chirisan 5)만 따로 분리되어 다른 군에 결합되었다.

집단간 평균결합법에서도 크게 2개의 주군으로 나누어졌으며, 그 중에서 상단군은 2개의 군으로 세분되었고, 이 들은 또다시 2개씩의 소군으로 각각 세분되었다. 여기서는 Group 1(Kayasan)과 Group 4(P'algongsan)가 가장 유사한 1차군으로 결합되었다. 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서는 역시 Group 28(Chirisan 5)만 따로 분리되어 다른 군에 결합되었다 (Fig. 3).

Table 3. The clustering measures and methods used (distance measures between units X and Y, based on i variables).

Measures	Methods
SEUCLID (squared Euclidean distances) Distance (X,Y) = $\Sigma(X_i-Y_i)^2$	Ward's method
COSINE (Cosine of vectors of variables) Similarity (X,Y) = $\frac{\Sigma(X_i, Y_i)}{\sqrt{\Sigma(X_i^2)\Sigma(Y_i^2)}}$	Average linkage between groups

1. Dendrogram using Ward Method



2. Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

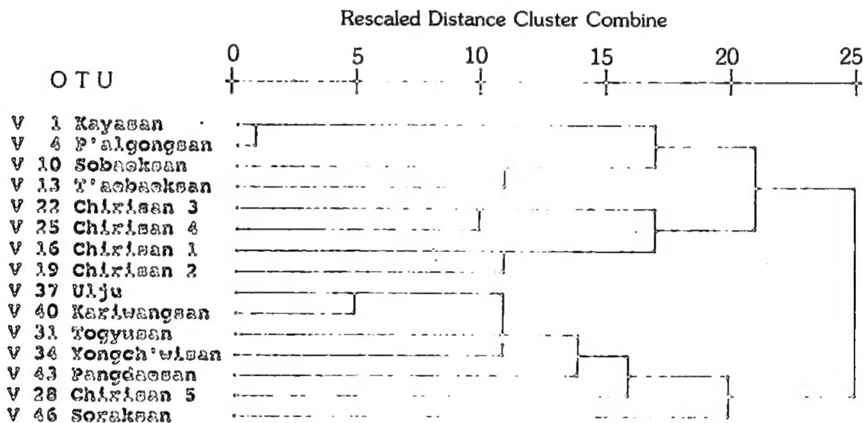


Fig. 3. Dendrograms using 2 clustering methods for different populations in spring by canonical function score.

2. 하계 개체군

이 분석의 목적은 지리산 인근 5개 소지역을 따로 분리시켜서 전국 총 16개 지역의 하계 개체군에 대해 각 산지별 유사도, 고유성 및 상호관련 경향 등을 알아보고자 하였다.

Ward결합법에서는 개체군들이 크게 2개의 주군으로 나누어졌으며, 그 중에서 상단군은 2개의 군으로 다시 세분되었다. 여기서는 Group 70(Chirisan 3)과 Group 73(Chirisan 4)이, 또한 Group 85(Ulju)와 Group 88(Kariwangsan)이 각각 유사한 1차군으로 결합되었다. 그러나 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서 Group 64(Chirisan 1)와 Group 67(Chirisan 2)이 분리되어 다른 군에 결합되었다.

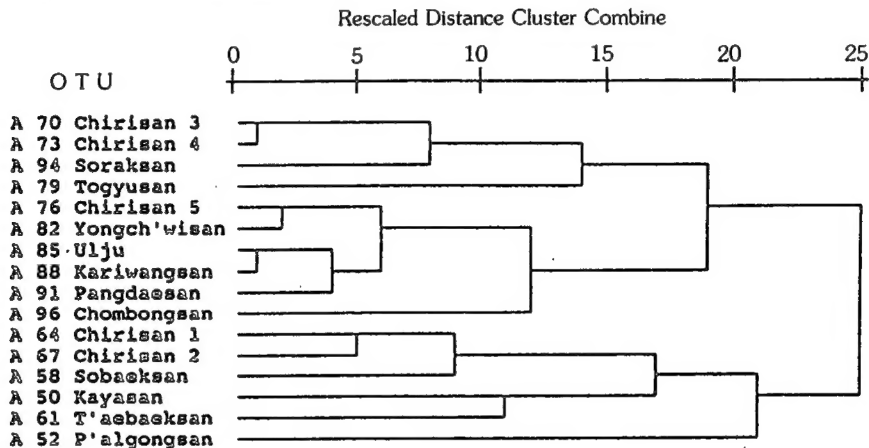
집단간 평균결합법에서도 크게 2개의 주군으로 나누어졌으나, 이 들은 다시 2개씩의 군으로 각각 세분되었다. 여기서는 Group 85(Ulju)와 Group 96(Chŏmbongsan)이 가장 유사한

1차군으로 결합되었고, 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서는 Group 28(Chirisan 5)만 분리되어 다른 주군에 결합되었다(Fig. 4).

3. 춘 • 하계 양계절 통합개체군

이 분석의 목적은 지리산 인근 5개 소지역을 따로 분리시키고 각 지역마다 계절에 관계없이 서로 통합한 전국 총 16개 지역의 개체군에 대해 각 산지별 유사도, 고유성 및 상호관련 경향 등을 알아보고자 하였다.

Ward결합법에서는 개체군들이 크게 2개의 주군으로 나누어졌으며, 그 중 상단군에서는 Group 96(Chŏmbongsan)이 먼저 분리되고 난 후 2개의 소군으로 다시 세분되었다. 또한 하단군도 2개의 소군으로 세분되어진 후에 하단소군이 또다시 둘로 분리되어졌다. 여기서는 Group 31+79(Tŏgyusan)와 Group 37+85(Ulju)가, 또 Group25+73(Chirisan 4)과 Group



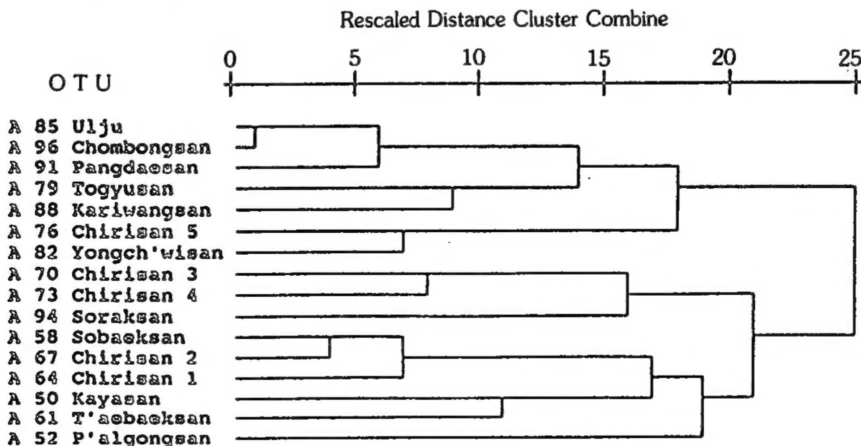
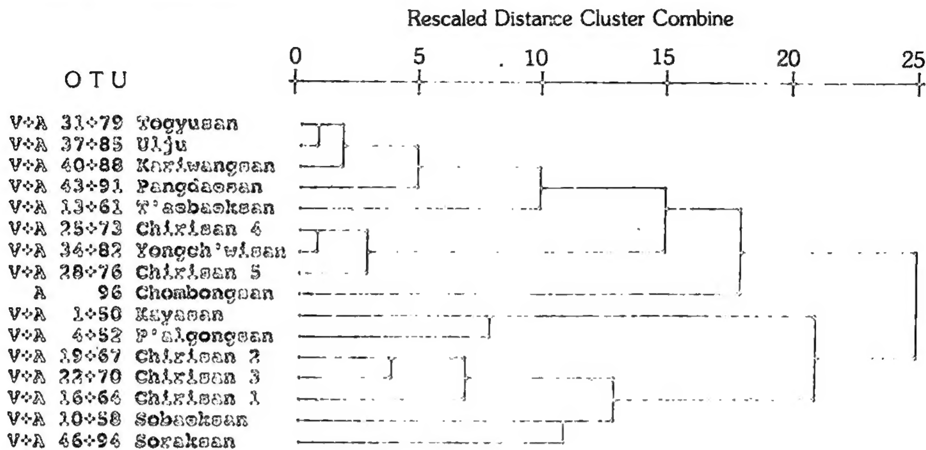


Fig. 4. Dendrograms using 2 clustering methods for different populations in summer by canonical function score.

1. Dendrogram using Ward Method



2. Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

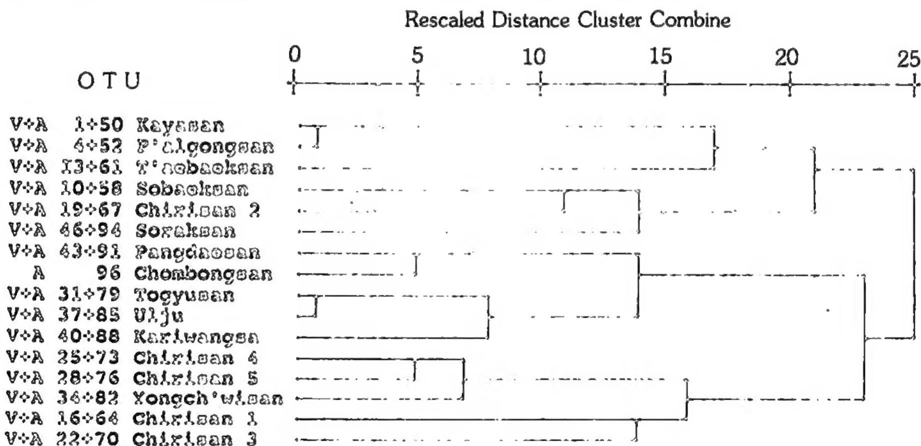


Fig. 5. Dendrograms using 2 clustering methods for different populations regardless of seasons by canonical function score.

34+82(Yŏngch'wisan)가 각각 유사한 1차군으로 결합되었다. 그러나 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서 Group 25+73(Chirisan 4)과 Group 28+76(Chirisan 5)이 나머지 3개체군들과 분리되어 다른 주군에 결합되었다.

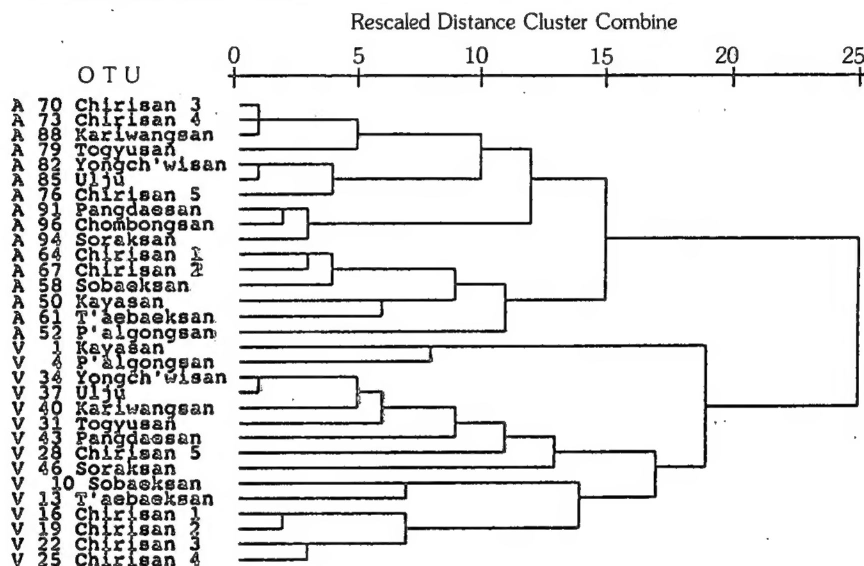
집단간 평균결합법에서도 크게 2개의 주군으로 나누어졌으나, 이 들은 다시 2개씩의 군으로 각각 세분되었고, 하단군의 2개군은 각각 2개의 소군으로 또다시 세분되었다. 여기서는 Group 1+50(Kayasan)과 Group 4+52(P'algongsan), 그리고 Group 31+79(Tŏgyusan)와 Group 37+85(Ulju)가 가장 유사한 1차군으로 결합되었다. 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서는 Group 19+67(Chirisan 2)만 분리되어 다른 주군에 결합되었다(Fig. 5).

4. 춘·하계 양계절 전체개체군

이 분석의 목적은 지리산 인근 5개 소지역을 따로 분리시켜서 전국 총 16개 지역의 춘·하계 양계절 31개체군 각각에 대해 각 계절별, 산지별 유사도, 고유성 및 상호관련 경향 등을 알아보고자 하였다.

Ward결합법에서는 개체군들이 명백하게 춘계 및 하계 2개의 주군으로 크게 나누어졌다. 이 들은 다시 2개씩의 군으로 각각 세분되었는데, 그 중에서 하단소군은 또 다시 둘로 나누어졌으며, 3개의 1차 유사군 결합을 보였다.

1. Dendrogram using Ward Method



2. Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

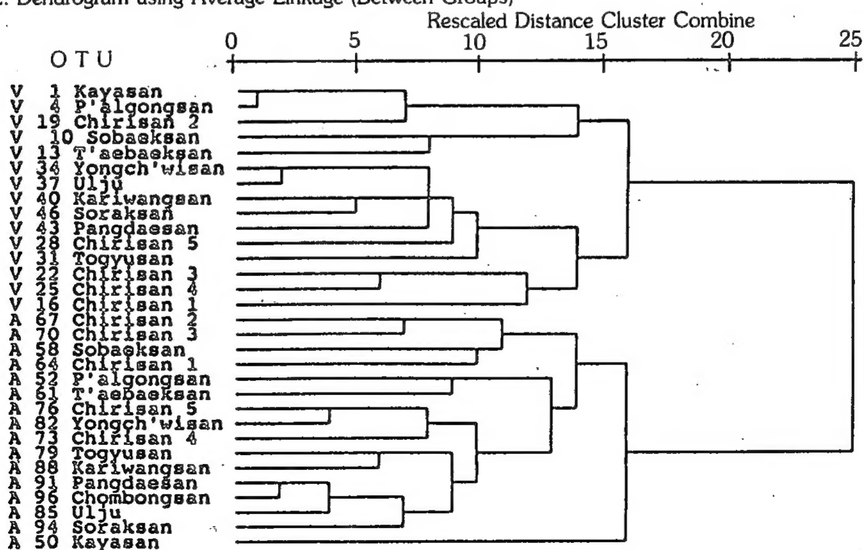


Fig. 6. Dendrograms using 2 clustering methods for all the populations of 2 seasons by canonical function score.

지리산 5개 소지역 개체군들 중에서 하계 개체군들은 다소 분산 결합되었으나, 춘계 개체군들은 Group 28(Chirisan 5)를 제외하고는 모두 유사군에 결합되는 경향을 보였다.

집단간 평균결합법에서도 뚜렷하게 춘계 및 하계 2개의 주군으로 크게 나누어졌고, 그 중에서 상단군은 2개군으로 세분되어 각각 2개의 소군으로 또다시 분리되었다. 하단군에서는 Group 50(Kayasan)이 먼저 분리된 후, 다시 2개의 소군으로 세분되었다. 여기서는 Group 1(Kayasan)과 Group 4(P'algongsan)가 가장 유사한 1차군으로 결합되었다. 지리산 5개 소지역 개체군들 중에서 하계 개체군들은 다소 분산 결합되었으나, 춘계 개체군들은 Group 19(Chirisan 2)를 제외하고는 모두 유사군에 결합되는 경향을 보였다(Fig. 6).

이와같이, 분석결과에서 2가지 결합방법 모두 양계절별 분리가 뚜렷한 경향을 보였다. 그러나 지리산 지역내 인근 5 소지역 개체군들의 유사도에 있어서는 반드시 인근 지역끼리 서로 유사관계를 계통적으로 보여주지는 않았다. 이것은 일벌활동의 적응진화에 크게 영향을 주는 주변 서식환경 즉, 표고차에 따른 최고.최저 및 연평균 온도, 습도, 강우량 및 강우일수, 안개 또는 적설일수, 밀원식물 등 식생조건 등등 기타 생물적 및 물리적 미세환경차이등을 포함한 제반요인에서 비롯된 것으로 추론할 수가 있다.

요　약

우리나라에 분포하고 있는 재래꿀벌(*Apis cerana*)의 일벌을 대상으로 춘계 15지역 및 하계 16지역 개체군을 선발하였으며, 총 47개 정량형질에 대해 계절별, 지역별등의 요인에 의해 군분석(cluster analysis)을 실시하였다. 그 결과 각 계절별 구분은 명백하게 나타났으나, 유사도에 있어서는 인접지역간 유연관계를 계통적으로 보여주지는 않았다.

인용문헌

Kwon, Y. J., 1988. Taxonomic revision of the leafhopper genus *Macrosteles* Fieber of the world (Homoptera: Cicadellidae). Ph.D. Thesis, Univ. Wales, pp.557.

Kwon, Y. J. and E. Y. Huh, 1992a. Electron-morphometric classification of the native honeybees from Korea I. Discriminant anlysis on the wing characters. Kor. Journ. Apic., 7(1): 1-31 (in Korean).

Kwon, Y. J. and E. Y. Huh , 1992b. Electron-morphometric classification of the native honeybees from Korea II. Discriminant anlysis for different populations based on the total characters. Korean J. Appl. Entomol.: in press (in Korean).

Ruttner, F., 1988. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer-verlag Co., Berlin and Heidelberg, pp.284.

Ruttner, F., L., Tassencourt and J. Louveaux, 1978. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. Apidologie, 9: 363-381.

SPSS Inc., 1988. SPSS-X user's guide, 3rd ed., Chicago, pp.1072.

접수 : 1992. 10. 1.
채택 : 1992. 11. 14.